

하수구 막힘 방지를 위한 모발 절단 분쇄 장치 개발 및 성능평가 Development and Performance of Cutting and Crushing Instrument of Hair to Prevent Blocking U-trap in Home Drainage System

김 동 회
Donhue Kim

동양미래대학교 생명화공과
Department of Biochemical Engineering Dongyang Mirae University

(2013년 2월 22일 접수, 2013년 5월 20일 채택)

Abstract : The recalcitrant hairs which are accumulated in the U-trap equipped to prevent the stench from the drainage produce the phenomenon of blocking the flow of water through the home drainage pathway. The chemical dissolution solutions commercially manufactured are excessively poured into U-trap to solve this blocking problem. In this study, the specially designed instrument was developed for the experiments to cut and crush the hairs of which main component are the recalcitrant keratin proteins. The performance of the instrument for cutting and crushing hairs was investigated using experimental methods. The cutting and weighing method was used in order to obtain the average length of a large amount of hairs cut by instrument. This method is relatively simple to measure the weight of cutting hairs to obtain the average length of the fibers, the values of average length showed not greater tolerances. Also the average cutting number was defined to evaluate the performance of the cutting and crushing instruments designed for this study. We were able to apply these evaluation methods to provide the criteria to obtain the optimal structure of instrument and proper operation time in the given experimental conditions. These experimental methods and results will provide the good example to design and to analyze the various device that can be used for cutting the fibers. The cutting and crushing instrument developed in this study showed the effective abilities to cutting the hairs. The general using the cutting and crushing instrument at every home would be helpful to prevent water environmental pollution.

Key Words : Recalcitrant Hairs, Cutting and Crushing Instrument, Drainage, Cut Fiber, Average Cutting Number

요약 : 가정 하수구의 주요 오염은 난분해성 모발로서 이것이 하수의 악취를 막기 위한 유트랩 장치에 다량으로 쌓이게 된다. 이러한 오염은 물의 흐름을 막는 현상을 일으키기 때문에 대부분의 가정에서 이를 해결하기 위해 상업적으로 제조된 화학적 분해 용액을 하수구에 과량 투입하여 하수구의 막힘 현상을 해결하고 있다. 본 연구에서는 난분해성 케로틴 단백질이 주성분인 모발을 절단 분쇄하는 장치를 개발하여 실험하였다. 실험을 위하여 모발을 효과적으로 절단할 수 있는 절단 분쇄 장치를 설계하였으며 그 절단 성능을 실험적인 방법을 통해 규명하였다. 모발 절단 분쇄 장치의 성능을 평가하기 위하여 섬유다발을 부분 절단한 후 무게를 측정하는 방법을 사용하여 절단 모발의 평균길이를 구하였다. 이 방법은 비교적 간단한 무게 측정 방법을 통해 섬유상의 평균 길이를 구하는 것인데, 이를 모발에 적용하여 평균 모발 길이를 크지 않은 오차 범위에서 구할 수 있었다. 또한, 평균절단수를 정의하여 본 연구를 위해 고안된 모발 절단 분쇄 장치의 성능을 평가하였다. 평균절단수 분석 방법을 적용하여 주어진 실험 조건에서 최적의 구조와 최적의 작동시간을 구하는 기준을 제시할 수 있었다. 이러한 실험 방법과 결과는 섬유형태 물질의 절단 분쇄가 필요한 다른 장치에서도 설계와 분석에 사용할 수 있는 하나의 좋은 예시가 될 것이다. 본 연구에서 고안된 절단 분쇄 장치가 실험을 통하여 효과적으로 모발을 절단 분쇄하는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 장치를 일반 가정에 설치하여 보급함으로써 최근 심각해지고 있는 하수구에 의한 수질환경 오염 방지에도 효과적인 도움이 될 것이다.

주제어 : 난분해성 모발, 절단분쇄장치, 하수구장치, 절단섬유, 평균절단수

1. 서론

보편적으로 가정에서 사용되는 세면대나 욕조 아래의 하수구에는 하수구로부터 발생하는 냄새를 차단할 수 있는 유트랩 장치를 구비하고 있다. 이 장치는 U자 형태 등의 관을 만들어 관의 통로 중에 물 층이 관을 채우도록 하여 하수구로부터의 공기의 유동 통로를 차단할 수 있도록 하는 것이다. 그러나 이러한 구조로 인해 욕실에서 발생하는 대부분의 오염물질인 모발이 유트랩 안에 쌓이게 된다. 이 오염의 양이 많아지면 하수구 유로를 차단하여 물의 흐름을 막게

된다. 이를 해결하기 위하여 오염이 도구에 걸리도록 고안된 물리적인 도구를 사용하여 오염 물질을 제거하기도 하는데 이는 외관상으로 매우 불결하고 악취도 심하기 때문에 대부분의 경우는 화학적 분해성분을 가진 상용화된 용액 제품을 사용하여 하수구 막힘 현상을 해결하게 된다. 그러나 상용화된 분해 용액을 사용할 때 과량의 분해 물질이 하수구로 흘러가게 되고 실제적으로 하수 오염과 같은 수질환경 오염의 큰 원인이 될 것이 자명한 현실이다.^{1,2)} 가정에서 발생하는 오염원은 세제 및 생활하수가 그 원인인데 이중 다양한 유기물질의 영향도 연구되고 있다.³⁻⁵⁾ 유기물 중 모발

† Corresponding author E-mail: donhue@dongyang.ac.kr Tel: 02-2610-1966 Fax: 02-2610-1858

이 대부분인 가정 욕실 오물질의 제거를 할 때 한 번에 막힘 현상이 제거되지 않는 경우가 많기 때문에 수차례의 시도를 하게 되며 따라서 과량의 화학물질을 사용하게 된다. 가정용 하수구의 모발은 난분해성 섬유 형태인 케라틴 단백질로 되어 있다.⁶⁾ 이러한 오물은 전 세계적으로 해마다 엄청난 양의 폐기물을 발생시키고 있어서 동물에서 발생하는 케라틴도 연 12억 조각 이상이 발생하는 실정이다.⁷⁾ 이는 비늘 모양의 각질 세포로 외부로부터 머리털 등의 섬유형태를 보호하는 구조를 가지고 있다. 케라틴의 화학적 분해는 처리 비용이 비교적 높고 일부 아미노산이 파괴되는 단점이 있는 것으로 알려져 있다.⁸⁾ 또 다른 시도로서 이러한 화학적 부작용이 적도록 하기 위해 케라틴 오물을 분해 미생물을 통해 처리하는 연구가 진행되기도 한다.⁹⁾ 그러나 이러한 연구에도 불구하고 아직까지 환경오염을 줄이는 생물학적 분해 방법이 상용화된 제품을 생산하는데까지는 연결되지 못하고 있다.^{10,11)}

모발이 주성분인 욕실 오물을 물리적으로 분쇄하기 위하여 공업적 절단 및 분쇄장치를 참조할 수 있다.¹²⁻¹⁴⁾ 그러나 이들 장치는 그 원리를 가정용으로 적용하기는 한계가 있으며 절단 이외에 하수구 악취를 차단하는 기능도 갖추어야 한다. 따라서 욕실에서 발생하는 케라틴이 대부분인 오물을 물리적으로 절단 분쇄하면서도 유틸리티 기능을 갖는 장치 개발하는 것이 매우 필요할 것으로 판단하였다. 이를 통하여 환경오염을 유발하는 화학적 분해 제품의 사용을 획기적으로 줄이게 됨으로써 화학제품에 의한 하수 오염을 줄이는 중요한 효과를 거둘 수 있을 것이다.

이러한 모발을 분쇄하는 장치를 개발하기 위하여 여러 가지 형태의 분쇄 장치에 대한 모발 절단 분쇄 능력을 실험하였으며, 실험을 바탕으로 모발을 효과적으로 절단 분쇄하는 장치를 개발하였다. 새롭게 개발된 장치에 대하여 분쇄 장치의 칼날 구조 및 회전수 변화에 따른 절단 분쇄 성능을 평가하였다. 또한 섬유상을 절단 분쇄하는 장치의 성능평가를 위한 평균절단수를 도입하여 이를 바탕으로 섬유상 절단 분쇄 기기의 해석을 위한 유용한 해석 방법을 제시하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 물리적인 여러 가지 고안을 통해 모발의 절단분쇄능력을 실험하였다. 모발이 주종인 오물을 물리적으로 분쇄하는 가장 최적의 기구를 개발하기 위하여 다음과 같이 몇 가지의 분쇄 형태를 실험하였다. 첫 번째로 사용된 방법은 흔히 사용되는 가정용 믹서나 손 믹서(도깨비 방망이)와 같은 회전 칼날을 사용하여 분쇄 능력을 실험하는 것이다. 두 번째로는 커피와 같은 알갱이를 분쇄하는 기구를 사용하여 같은 방법으로 분쇄 능력을 시험하였다. 또한 기존의 분쇄 기구 이외에 본 연구에서 적절한 분쇄 능력을 가진 물리적 장치를 새롭게 설계하여 모발을 분쇄하는 실험을 실시하였다.

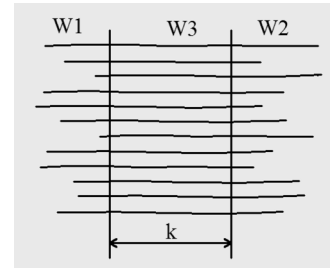


Fig. 1. Chandler's method.

분쇄된 케라틴 섬유의 분쇄 능력을 실험적 방법으로 표시하기 위해서는 섬유 다발의 평균 길이를 측정하기 위한 효과적인 방법이 필요하였다. 이를 위하여 절단 섬유의 길이를 무게를 통해 측정하는 방법¹⁵⁾(Chandler's method) 사용되었다. 이 방법에서는 Fig. 1에서 보듯 여러 길이를 가진 일정 수의 섬유 다발을 만든다. 이 때 가장 짧은 길이의 섬유가 중앙에 포함되도록 섬유다발을 만든다. 그 중 길이가 가장 짧은 섬유의 길이보다 짧은 길이로 섬유 다발의 좌우측 부분을 각각 절단한다. 절단 후 중간 부분의 무게를 측정하여 절단 전 측정된 전체 무게로부터 아래와 같은 식을 사용하여 평균 길이를 실험적으로 계산할 수 있다.

- L = 평균길이(mm)
- n = 섬유 다발속의 섬유의 개수
- w = 단위 길이 당 평균 무게(mg/mm)
- Lwn = 섬유다발의 전체 무게(mg)
- kwn = 중간 부분의 무게(mg)
- wn(L-k) = 양측 절단부의 무게(mg)
- r = (W1 + W2) / W3 = 양 끝단 절단 부분과
중간 부분의 무게 비율

이로부터

$$r = wn(L - k) / kwn = L/k - 1$$

따라서

$$L = k(r + 1)$$

실험에서 사용되는 물리적 절단 및 분쇄 장치의 분쇄 효율을 수치적으로 표현하기 위하여 실험된 모발 물질의 절단수(C_n cutting number)를 본 연구에서 다음과 같이 정의하였다. 또한 이 절단수(C_n)는 실험 모발이 통계 유의적으로 많다고 가정하여 평균 길이로부터 아래식과 같이 정의하였다.

- L_o = 절단 전 모발의 평균길이(mm)
- n_o = 절단 전 모발의 개수
- L = 절단 후 모발의 평균길이(mm)
- n = 절단 후 모발의 총 개수
- $n = \text{int} \{ (L_o \times n_o) / L \}$,
단 $\text{int}(x) = x$ 에 가장 근접한 정수
- $C_n = n - (n_o - 1)$
- $\widetilde{C}_n = C_n / n_o$

본 연구에서는 실험에 사용되는 절단 및 분쇄 장치에 대하여 평균 길이와 절단수를 사용하여 절단 능력을 비교하였다. 또한 설계된 실험 장치의 효율적 설계를 평가하는 중요한 실험값으로 이러한 절단수 C_n 을 사용하여 평가하였다. 이 절단수는 전체적인 모발이 절단된 총 개수의 값이므로 이를 절단 전 모발의 개수 n_0 나누면 평균 절단수로 각각의 절단 전 모발이 평균적으로 몇 번 절단되었는지를 나타내는 평균절단수 \bar{C}_n 값을 구할 수 있다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 장치 비교 실험 및 평균절단수 실험

육질의 유트랩 장치 속에 쌓이는 오물질인 케로틴 성분의 모발을 효과적으로 절단 분쇄하는 물리적 도구를 고안하기 위하여 다음과 같은 분쇄장치를 사용하여 분쇄실험을 실시하였다.

- **M1(장치 1)** : 회전 모터의 축에 회전 칼날을 고정하여 물질을 분쇄하는 장치
- **M2(장치 2)** : 밀착된 면에 회전하는 분쇄 기구를 회전하여 분쇄하는 장치
- **M3(장치 3)** : 밀착된 면에 칼날을 삽입하여 칼날끼리의 마찰을 이용하여 분쇄하는 장치

M1 장치는 가정에서 보편적으로 사용되는 손 믹서기에 사용되는 칼날을 사용하였으며 M2 장치는 원두커피 분쇄 장치와 같은 밀착 분쇄장치를 사용하였다. M3 장치는 실험을 위하여 각각의 상·하면에 칼날을 삽입한 실험 도구를 제작하여 실험하였다. 비교 실험을 위하여 상·하면 각각 하나의 칼날을 장착하여 실험하였으며 모든 실험에 동일한 회전 모터를 설치하여 비교 하였다. 모터의 회전수는 1분당 60 회전으로 일정하게 유지하였다. 유트랩과 같은 환경을 고려하여 적당량의 물과 함께 모발을 투여한 후 일정 시간 절단 분쇄 동작을 실시한 후 실험 결과를 측정하였다. 실험에 사용되는 모발은 100 mm가 넘는 길이를 가진 것을 중간지점에 클립을 설치하여 약 50개 이상이 되도록 하여 모은 후 양 끝단을 절단하여 $L_0 = 100$ mm 무게 비율 $r = 0$, $L_0 = k$ 이 되도록 실험 시료를 준비하여 각각의 장치에 넣어 실험을 실시하였다. 절단 실험 후 절단 된 모발을 수거하여 모발의 중앙 부분에 클립을 설치하여 모발 개수가 30~50 정도 되도록 섬유 다발을 만든 후 가장 짧은 모발의 길이를 기록하고 이 보다 길이가 짧도록 k 를 설정하여 양 끝을 절단하였다. 이로부터 다시 Chandler's method로 평균길이를 구하였다. 실험에 사용된 모발의 평균길이 당 무게는 시료 다발을 만들어 평균값을 구하여 사용하였으며 예비 실험을 통하여 Chandler's method가 평균선질량을 사용하여 통계적 오차가 약 8% 미만의 값에서 적용할 수 있음을 Table 1과 같이 확인하였다. Chandler's method에서는 실험에서 사

Table 1. The average length L of hairs calculated by Chandler's method and the average length L_0 obtained by real measurements

Experiment number	w (mg/mm)	L_0 (mm)	k (mm)	L (mm)	L_0 (mm)	$\frac{ L - L_0 }{L_0} \times 100$
1 st	0.0091	100	15	17.3	16.1	7.2
2 nd	0.0103	100	18	19.8	18.7	5.9
3 rd	0.0132	100	20	21.2	22.2	4.3
4 th	0.0098	100	22	23.4	21.7	7.8
5 th	0.0012	100	25	26.8	25.1	6.5

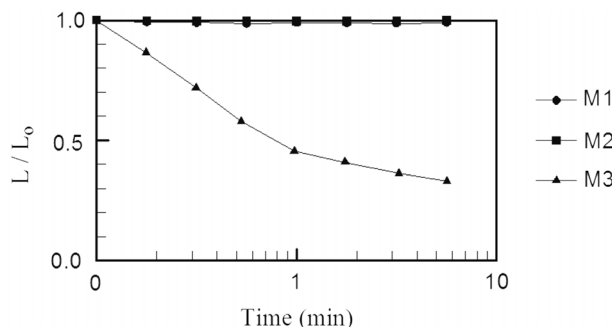


Fig. 2. The ratios of average lengths of hair compared with the original length in various cutting instruments versus time.

용된 섬유의 단위 길이 당 질량이 일정하다는 가정에 의하여 식이 성립하는데 본 연구에서는 모발의 단위길이 당 질량을 단위길이 당 평균질량으로 설정하여 실험하였다. 이로서 모발의 절단 실험 장치에서 절단된 다량의 수의 모발 평균길이를 무게비를 통해 적은 오차 범위 안에서 얻을 수 있었다.

Fig. 2의 결과에서 M1과 M2 경우 시간이 흘러도 평균길이의 비 L/L_0 값이 변하지 않고 거의 1의 값을 보이고 있다. 실험 후 장치를 살펴보면 M1의 경우 모발이 축에 감기어 회전을 계속 하더라도 절단되지 않음을 확인하였다. 물의 회전과 함께 회전하면서 모발이 축에 감기는 것으로 확인되었으며 축에 감긴 후에는 절단되지 않는 것으로 판단되었다. M2 장치의 경우 회전 물체와 지지판의 마찰을 통하여 모발이 절단되지 않는 것으로 확인되었다. 회전 물체와 지지판의 간격을 밀착하여도 모발은 분쇄되기 힘든 것으로 판단되었다. 위와 같은 실험 결과를 바탕으로 케로틴 단백질로 구성된 모발은 기존의 회전 분쇄장치나 마찰 분쇄 장치에서 절단 분쇄하기 힘든 것으로 판단되었다. 따라서 모발을 절단하기 용이한 구조는 칼날과 칼날이 맞물리는 구조가 되어야 모발을 절단할 수 있다는 것을 확인하였다. 본 기구 실험을 토대로 M3 장치에 여러 개의 칼날을 구비한 상·하면을 설계하여 새로운 구조의 M3 절단 장치를 고안하였다.

3.2. 모발 절단 분쇄 장치의 성능평가

Fig. 3은 새롭게 고안된 절단 분쇄장치의 그림이다. 이 장치는 원뿔 형태의 밀판에 절단 칼날을 3개에서 9개까지 삽

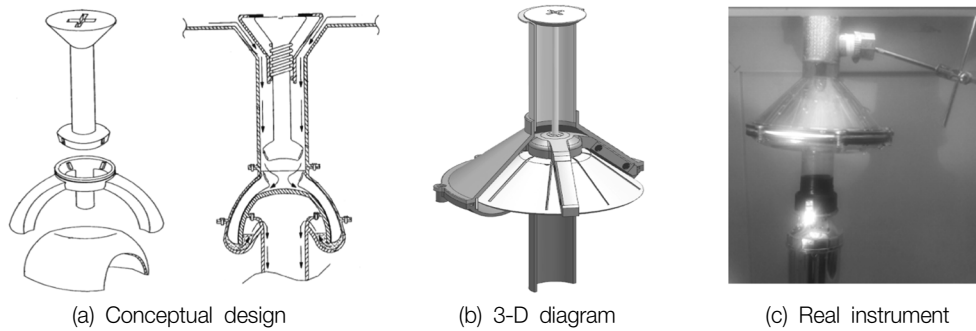


Fig. 3. The cutting and crushing instrument M3 designed for cutting and crushing the hairs in drainage system.

입할 수 있도록 고안하였고, 원뿔의 표면을 회전하는 회전체를 만든 후 이 회전체에 역시 칼날을 3개 장착하였다. 이렇게 고안된 장치를 통하여 밑면의 칼날 부분과 회전체의 칼날 부분이 서로 맞물리게 되고 이때 회전체의 회전 운동을 통해 모발 섬유가 절단 되도록 고안하였다.

고안된 M3 장치는 하수구를 통해 유입되는 악취를 물로 차단하는 구조를 갖춰야 한다. 이러한 기능을 갖도록 하기 위하여 원뿔 밑면 하단부에 도우넛 형태의 하단부를 절개한 표면과 같은 모양으로 물을 담을 수 있도록 외부 형태를 고안하였으며 이곳에 물이 고이도록 설계하였다. 이러한 절단 도우넛 형태의 구조에 물이 고여 하수구로 부터 발생하는 악취를 효과적으로 차단하면서도 모발이 이 유로나 원뿔 밑면에 걸릴 수 있도록 설계하였다. 또한 원뿔의 윗면에 회전체를 안치하였는데 이는 세면대 윗부분과 긴 회전축으로 연결되어 있어 간단한 도구를 통하여 회전시킬 수 있도록 고안되었다. 전동 드라이버나 전동드릴과 같은 장치를 통하여 간편하게 회전축과 회전체를 동시에 회전시켜 고정 칼날과 회전 칼날의 맞물림 운동을 통하여 모발을 효과적으로 절단할 수 있도록 고안하였다.

M3 장치를 사용하여 밑면 칼날의 개수를 3개, 6개, 9개로 변화시키면서 장착하여 장치의 평균 절단수를 시간에 따라 구하였다. 실험에 사용된 회전 동력은 전동 모터를 사용하였으며 감속 기어를 사용하여 분당 회전수를 60으로 실험하였다. 위와 같은 실험 조건에서 Fig. 4의 결과에서 보듯 절단수는 칼날의 개수를 증가할수록 큰 값을 가짐을 알 수 있었다. 모발의 효율적 절단을 위하여 칼날의 개수를 3개 이상하여야 함을 결과로 알 수 있었다. 그러나 칼날의 6인 경우와 9의 경우 절단수가 큰 차이를 보이지 않으므로 칼날은 6개 이하로 사용하여도 절단 성능에 큰 문제가 없을 것으로 짐작할 수 있다. 주어진 구조에서 칼날을 9개 설치하는 것은 설계나 구조에 많은 복잡함이 동반되기 때문에 실험결과에 따라 6개 정도의 칼날이 적당한 절단 성능을 얻으면서도 비교적 간단한 장치를 제조할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 칼날의 개수가 6인 경우 시간이 1분을 경과한 이후는 평균절단수의 변화가 크게 없는 것으로 나타났다. 이는 본 실험 장치가 주어진 실험 조건에서 1분 이내의 작동 시간동안 거의 대부분의 모발이 절단됨을 알 수 있었으며, 이러한 실험결과를 통하여 주어진 회전 조건에서 본 실험

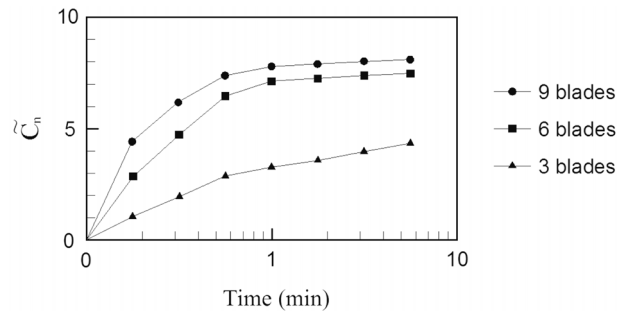


Fig. 4. The average cutting numbers obtained by the cutting and crushing instrument M3 at various cutting blades experimental conditions versus time.

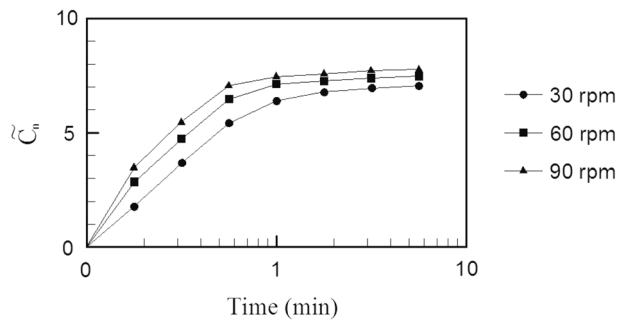


Fig. 5. The average cutting numbers obtained by the cutting and crushing instrument M3 with 6 cutting blades at various rpm conditions versus time.

험 장치의 적절한 작동시간을 구할 수 있었다. 따라서 본 실험에서 고안된 모발 절단분쇄장치의 성능을 평균절단수 값을 사용하여 분석함으로써 주어진 실험 조건에서 가동 적절 시간과 최적의 칼날 개수 구조를 실험적으로 도출할 수 있었다.

Fig. 5에서는 칼날의 개수가 6인 경우에 회전 모터의 회전수 변화에 따른 평균절단수를 시간에 따라 구하였다. 실험결과에서 회전수가 증가함에 따라 같은 비교시간에서 평균 절단수가 증가하는 것을 알 수 있었으며 주어진 실험 시간에서 평균절단수의 최대값도 회전수가 증가함에 따라 증가하는 것을 확인하였다. 본 실험에 결과에서 모터 회전수를 분당 30~90을 설정하여 실험을 실시하였다. 이 회전 조건은 장치를 설치한 상태에서 드라이버와 같은 일반적인 회전 도구를 사람이 회전시키는 것을 가정하여 회전수를 설정하였

다. 실험결과에서 보듯 모발을 절단 분쇄하는 본 장치가 일반적인 회전 범위에서 모발을 적절한 시간내에 절단 분쇄할 수 있음을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 모발과 같은 섬유 절단 분쇄장치에서 Chandler's method를 사용하여 비교적 간단히 측정할 수 있는 무게 비를 통하여 다량의 절단된 모발의 평균 길이값을 얻을 수 있었으며, 또한 정의된 평균절단수를 분석하여 실험 장치의 최적 설계 조건과 최적 작동 시간을 확인할 수 있는 실험 방법을 제시하였다. 이러한 본 연구의 결과는 기계적으로 섬유상 물질을 절단 분쇄하는 다른 장치에도 적용할 수 있는 실험 기준을 제시할 수 있을 것으로 사료된다. 이러한 실험 방법과 평균절단수 분석 결과는 섬유 절단 및 분쇄의 작동이 일어나는 모든 장치에서 설계기준을 제시할 수 있는 실험적 방법으로서 하나의 좋은 예시가 될 수 있을 것이다.

본 연구에서 고안된 M3 섬유 절단 분쇄 장치가 효과적으로 섬유를 절단 할 수 있다는 것을 실험을 통하여 알 수 있었으며, 이러한 장치는 가정용 세면대와 같은 구조에 간편하게 설치하여 적용할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구에서 고안된 장치가 전통 드라이버와 같은 간단한 회전 장치를 사용하여 가정에서 발생하는 하수구 오염물질을 적절한 시간내에 효과적으로 절단 분쇄 할 수 있다는 것을 실험적 결과로 확인하였다. 이러한 장치를 보급함으로써 화학적 분해 물질의 사용을 효과적으로 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다. 이는 최근 심각해지고 있는 하수구 유해물질의 과다 사용을 감소시켜 환경오염을 막는 유용하면서도 편리한 장치가 될 것으로 기대된다.

4. 결론

본 연구에서는 난분해성 케로틴 단백질이 주성분인 모발을 절단 분쇄하는 장치를 실험 하였다. 본 연구를 위하여 모발을 효과적으로 절단할 수 있는 절단 분쇄 장치를 설계하여 그 절단 성능을 실험하였다. 본 연구에서는 모발 절단 분쇄 장치의 절단 성능을 평가하기 위하여 Chandler's method를 사용하여 비교적 간단한 무게 측정을 통해 평균 모발 길이를 크지 않은 오차 범위에서 구할 수 있음을 보였다. 또한, 평균절단수를 정의하여 고안된 모발 절단 분쇄 장치의 성능을 평가하였다. 이러한 실험 결과로부터 주어진 실험 조건에서 최적의 구조와 최적의 작동시간을 구하는 기준을 제시할 수 있었다. 이러한 실험 방법과 결과는 섬유형태 물질의 절단 분쇄가 필요한 다른 장치에서도 설계와 분석에 사용할 수 있는 하나의 좋은 예시가 될 것이다. 또한 본 연구에서 고안된 절단 분쇄 장치가 실험을 통하여 사람이 가할 수 있는 일반적인 회전을 통하여 적절한 시간내에 효과적으로 모발을 절단 분쇄하는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 개발된 장치를 일반 가정에 설치하여 보급함으로써,

난분해성 모발을 화학적으로 분해하는 기존의 환경오염물질의 사용을 효과적으로 감소시킬 수 있을 것이며 최근 심각해지고 있는 하수구에 의한 수질환경 오염 방지도 도움이 될 것이다.

사 사

본 연구는 동양미래대학교 학술 연구비 지원에 의하여 수행되었기에 학교의 지원에 감사드립니다.

KSEE

참고문헌

1. Kim, M.-Y., Choi, U.-S., Kim, J.-Y. and Kim, K.-R., "Effects of detergent and other pollutants related domestic sewage on water pollution," *J. Kor. Ind. & Eng. Chem.*, **4**(3), 564~568(1993).
2. An, Y.-H., Lee, W. and Pyo, D.-G., "The estimation of pollution source by fecal sterols index in river," *J. Kor. Soc. Water Qual.*, **19**(1), 91~98(2003).
3. Leemig, R. and Nichols, P. D., "Concentration of coprostanol that correspond to existing bacterial indicator guideline limits," *Water Res.*, **30**(12), 2997~3006(1996).
4. Venkatesan, M. I. and Mirsadeghi, F. H., "Coprostanol as sewage tracer in McMurdo Sound," *Antarctica Mar. pollut. Bullet.*, **25**(9), 328~333(1993).
5. Elhmmali, M. M., Roberts, D. J. and Evershed, R. P., "Combined analysis of bile acids and sterols/stanols from riverine particulates to assess sewage discharges and other fecal sources," *Environ. Sci. Technol.*, **34**(1), 39~46(2000).
6. Kornilowicz-Kowalska and T., Bohacz, "Biodegradation of keratin waste: theory and practical aspects," *J. Waste Manage.*, **31**, 1689~1701(2011).
7. Jeong, J. H., Lee, N. R., Kim, J. D., Jeoug, Y. D., Park, K. H., Oh, D. J., Lee, C. Y. and Son, H. J., "Isolation and characterization of feather keratin-degrading bacteria and plant growth-promoting activity of feather hydrolysate," *J. Environ. Sci.*, **19**, 1307~1314(2010).
8. Papadoulos, M. C., El Boushy, A. R., Roodbeen, A. E. and Ketelaars, E. H., "Effects of processing time and moisture content on amino acid composition and nitrogen characteristics of feather meal," *J. Anim. Feed Sci. Technol.*, **14**, 279~290(1986).
9. Go, T.-H., Jeong, J.-H., Lee, N.-R., Jeong, S.-Y., Park, G.-T. and Son, H.-J., "Isolation and characterization of duck feather-degrading microorganism for treatment of recalcitrant keratinous waste," *J. Environ. Sci.*, **21**(2), 253~261(2012).
10. Rao, M. B., Tanksale, A. M., Ghatge, M. S. and Deshpande, V. V., "Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases," *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, **62**, 597~653(1998).

11. Langeveld, J. P. M., Wang, J. J., Van de Wiel, D. F. M., Shih, G. C., Garssen, G. J., Bossers, A., and Shih, J. C. H., "Enzymatic degradation of prion protein in brain stem from infected cattle and sheep, *J. Infect. Dis.*, **188**, 1782~1789(2003).
12. Y. B. Min, S. T. Kim, T. S. Chung, S. W. Choi, and J. H. Kim, "Development of An Onion Peeler(I)," *J. Biosyst. Eng.*, **27**(4), 301~310(2002).
13. Y. B. Min, S. T. Kim, D. H. Kang, T. S. Chung, and W. J. La, "Development of the Altari radish pre-processing system for Kimch production(I)-leaf and root tail cutting equipment," *J. Biosyst. Eng.*, **29**(5), 451~456(2004).
14. K. H. Cho, Y. H. Kim, Y. H. Lee, and H. S. Choi, "Development of a apparatus taking a pupa out of cocoon," *J. Biosyst. Eng.*, **29**(4), 319~322(2004).
15. W. E. Morton, and J. W. S. Hearle, "Physical Properties of Textile Fibers," The Textile Institute, London, 119~122(1975).